

O valor da manutenção na gestão da empresa

L. Andrade Ferreira¹

¹Universidade do Porto, Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial,
Rua Dr. Roberto Frias, 4200-465 Porto
email: lferreir@fe.up.pt <http://www.fe.up.pt>

Sumário: *O objectivo desta comunicação é o de fazer uma análise sintética da manutenção na sua aceção mais ampla, que para além de incluir os conceitos tradicionais de conservação e reparação, são também de optimização de gestão de activos físicos e humanos, com consequências para a segurança de pessoas e bens, para o ambiente e que se reflectem na qualidade e na eficiência global das empresas e das instituições*

Assim, a função manutenção não é mais considerado um custo, mas como uma função produtiva, que acrescenta valor nas empresas. Assim entendida a manutenção, como optimização dos activos industriais, implica o desenvolvimento de acções de melhoria contínua da fiabilidade, da manutenibilidade e da disponibilidade, em que a segurança de pessoas e bens e do ambiente é assegurada e optimizada. Neste sentido, considera-se que a função manutenção é uma função que gera valor para as empresas.

Palavras-chave: *Gestão de activos, Estratégias de manutenção*

Categoria: *Gestão e Manutenção.*

1 Introdução

Uma das principais características das sociedades industrializadas actuais é a sua dependência na tecnologia para produzir bens e serviços. Seja qual for a área de negócio (indústria ou serviços) existe a necessidade vital de utilizar equipamentos cada vez mais sofisticados, fazendo uso das tecnologias que constantemente são colocadas à disposição dos utilizadores, para melhorar a qualidade dos serviços prestados e aumentar a competitividade das empresas, garantindo a sua sobrevivência.

Também todos sabemos que as decisões são tomadas hoje muito mais rapidamente, com o apoio de novas tecnologias de análise de informação e apoio à decisão, o que contribui também para uma maior instabilidade dos mercados, o que implica uma exigência mais elevada de competitividade por parte das organizações.

Assim, existindo uma cada vez maior dependência tecnológica das actividades desenvolvidas, é indispensável que as empresas desenvolvam estratégias que lhes permitam manter-se competitivas no tempo, mantendo a sua capacidade produtiva a cada momento.

Pode-se então afirmar que a sobrevivência de qualquer negócio depende da sua capacidade de competir com eficiência e eficácia em todos os momentos e numa situação em que os mercados evoluem rapidamente. Para tal ser possível, é imprescindível utilizar tecnologias cada vez mais sofisticadas, que têm de estar disponíveis sempre que solicitadas. Tal implica que qualquer falha nos sistemas produtivos é sancionada negativamente e pode colocar em causa a sobrevivência do negócio ou o sucesso do serviço prestado pela instituição.

Para ter uma noção precisa da importância dos activos tecnológicos existentes numa empresa é necessário avaliar o Custo de Ciclo de Vida ou LCC (“Life Cycle Cost”) dos equipamentos, onde são definidos, sempre que possível à priori, os diferentes custos que afectam um equipamento durante toda a sua vida, desde a concepção até ao seu abate.

Uma contribuição importante para estes custos é dada pelos custos directos e indirectos de manutenção, o que obriga os gestores a terem uma atenção redobrada sobre estes custos, tentando optimizá-los, face aos “outputs” exigidos a esses equipamentos.

Para que tal seja possível têm vindo a ser desenvolvidas diferentes estratégias de manutenção [1] e novas tecnologias de controlo de condição de equipamentos [2], que permitem garantir um funcionamento continuamente optimizado dos meios produtivos. A função manutenção aparece assim como essencial para a produção de valor no interior das organizações.

2 Análise LCC

Quando se está a fazer a selecção de novos equipamentos produtivos deve-se ter como objectivo a maximização dos lucros para um tempo de vida esperado desses equipamentos.

O processo LCC é um meio que permite prever qual é a solução mais apelativa do ponto de vista da análise do investimento a realizar. Não garante um resultado em particular, mas permite ao projectista e/ou ao gestor fazer uma comparação razoável entre soluções alternativas, dentro dos limites da

informação existente. Aliás, a qualidade dessa informação é essencial para se poderem obter resultados credíveis.

Os equipamentos podem ter tempos de ciclo de vida esperados muito variáveis. É de esperar de um equipamento electro-mecânico de grande porte vidas úteis da ordem dos vinte a trinta anos. Já um equipamento informático terá uma vida útil de três a quatro anos.

Alguns dos custos relacionados com estes equipamentos serão realizados na fase de aquisição e instalação, outros irão distribuir-se ao longo da vida dos equipamentos. Tal deverá ser tido em conta quando se estão a comparar diferentes soluções de equipamentos para uma determinada função. É por isso importante e possível calcular um valor a custos actuais ou com uma previsão de evolução do LCC para ser possível, de forma racional, escolher a melhor solução de entre as que se apresentam como viáveis para todo o ciclo de vida de um equipamento.

A análise LCC é realizada no momento da selecção de novos equipamentos quando estes são adquiridos ou pode ser utilizada pelos projectistas durante a procura de soluções optimizadas para o projecto em curso. A sua avaliação ao longo do tempo irá permitir verificar se essas soluções foram as mais razoáveis ou não.

Assim sendo, a análise LCC ajuda os engenheiros a justificar a selecção de determinados equipamentos ou componentes em detrimento de outros, selecção baseada em custos totais e não apenas nos custos de aquisição, visto que os custos de operação, manutenção e abate dos equipamentos, na maioria dos casos, são muito superiores ao custo de aquisição.

Uma fórmula utilizada para o cálculo do LCC é a seguinte [3]:

$$LCC = C_{VA} + C_{IN} + C_E + C_O + C_M + C_{PP} + C_{AMB} + C_D \quad (1)$$

C_{VA} representa os custos de aquisição do equipamento e nele estão incluídos:

- Custo de engenharia para definição do equipamento a comprar
- Realização do caderno de encargos
- Custos administrativos da compra
- Custo das peças sobresselentes e ferramentas a adquirir
- Treino dos operadores e da manutenção
- Aquisição de equipamento auxiliar e de controlo da operação
- Controlo e inspecção do equipamento a adquirir

C_{IN} representa o custo de instalação do equipamento e o seu comissionamento, nomeadamente:

- Custo da preparação das instalações físicas (projecto, fundações, ligação à rede eléctrica, ventilação,...)
- Custo da montagem do equipamento propriamente dito (mão-de-obra, controlo da instalação,...)
- Análise e verificação do desempenho na fase de arranque

C_E é o custo da energia que o equipamento vai gastar. Deve-se ter em conta que muitos equipamentos a trabalhar em modo degradado, mas ainda cumprindo a sua funcionalidade, tendem a consumir mais energia que equipamentos em boas condições. Por outro lado, existem custos específicos de energia, nomeadamente na fase de arranque das instalações.

C_O representa os custos de operação de um equipamento:

- Custos de mão-de-obra
- Custos de controlo da operação
- Custos de instalação física (edifícios, instalações auxiliares)
- Custos administrativos

C_M representa os custos de manutenção:

- Custos directos de manutenção correctiva
- Custos de manutenção preventiva: acções de manutenção efectuadas e sistemas de controlo de condição
- Custos administrativos do serviço de manutenção
- Custos das ferramentas de manutenção
- Custo de compra e armazenagem de sobresselentes

C_{PP} são custos relativos à perda de produção e podem ser:

- Custos de amortização de equipamento produtivo parado
- Custos de mão-de-obra de produção parada
- Custos de prazos não conseguidos
- Custos de matéria-prima em curso de transformação degradada

C_{AMB} representa os custos ambientais devidos ao funcionamento do equipamento, quer em funcionamento normal (tratamento de gases ou efluentes, ruído), quer os incorridos devido a possíveis avarias do sistema.

C_D representa os custos de descomissionamento e desmantelamento de um sistema, incluindo os custos ambientais.

Como se pode ver nesta análise de custos distribuídos ao longo da vida dos equipamentos, os custos directos de manutenção, C_M e os custos indirectos, C_{PP} e C_{AMB} , provocados pelas falhas dos equipamentos, assumem valores muito importantes,

tanto mais importantes, quanto mais os equipamentos são tecnologicamente complexos e as operações tecnologicamente dependentes.

3. Estratégias de Manutenção

As questões centrais na escolha da correcta estratégia da manutenção para cada situação mantêm-se ao longo do tempo e têm a ver com a questão central: como otimizar o “output” global de um sistema com a contribuição da manutenção? Assim, a manutenção tem que responder a questões de base, como:

- Que e quanta informação deve ser recolhida e analisada para cada sistema em análise? Haverá informação “descartável” ou mesmo desnecessária?
- O quê e quem? Isto é, quais as tarefas que devem ser efectuadas no interior da empresa ou que devem ser sub-contratadas? Esta questão aparece ligada às tendências verificadas nos últimos tempos na gestão das empresas, com o intuito de dirigir estas para o seu “core business”, o que leva muitas vezes a uma re-engenharia dos processos e a um “downsizing” importante de quadros das empresas.
- Qual a influência que a manutenção deve ter na selecção e na instalação de novos sistemas produtivos ou equipamentos? A análise dos LCC de equipamentos anteriores, assim como o seu desempenho técnico, é relevante? Muito, pouco?

As estratégias de manutenção tentam responder de forma coerente e sistematizada a estas questões fundamentais.

Entre as várias estratégias de manutenção podem-se salientar [1]: a Terotecnologia; o “TPM – Total Productive Maintenance”; o “RCM – Reliability-centred Maintenance”; o “RBI – Risk-based Inspection”; o modelo “EUT – Eindhoven University of Technology Model” e o “TQMain – Total Quality Maintenance”.

Todas estas estratégias fazem apelo às Tecnologias de Informação para uma gestão proactiva da informação e recorrem ao “benchmarking” para estabelecer metas quando tal se torna necessário.

Sobretudo, a utilização cada vez mais fácil das Tecnologias de Informação, com uma velocidade mais rápida do processamento da informação, tem permitido adoptar estratégias que permitem uma visão sistémica e controlada da função manutenção. Tal não era possível anteriormente, o que gerava uma descoordenação importante das actividades desenvolvidas.

De entre estas técnicas de gestão salienta-se o RCM, que procura realizar um balanço entre os requisitos de fiabilidade operacional, segurança ou desempenho e os recursos necessários.

Na abordagem RCM a análise da criticidade das avarias é fundamental e é habitualmente realizada com recurso à metodologia “FMECA – Failure Modes Effects and Criticality Analysis”, como é proposta pela norma US MIL – STD – 1629.

Também o TPM tem tido grande divulgação na indústria. A principal diferença relativamente ao RCM reside no facto de que, enquanto este está dirigido para a definição dos meios e tarefas a desenvolver no âmbito da manutenção, o TPM está particularmente dirigido aos operadores e aos técnicos de manutenção. Promove e motiva uns e outros a desenvolver metodologias de melhoria contínua, evitando todo e qualquer desperdício que leve a uma menor eficiência dos equipamentos. Por outro lado, promove o operador a técnico de manutenção de primeira linha, atribuindo-lhe a responsabilidade de realização das acções mais simples de diagnóstico e manutenção, tal como a limpeza, lubrificação e realização de pequenas reparações.

De salientar também o recurso a meios de monitorização e controlo dos equipamentos, recorrendo a técnicas cada vez mais sofisticadas, como sejam a análise de vibrações, a análise de lubrificantes ou a termografia, para além do controlo de diferentes variáveis de processo. Estas técnicas são cada vez mais eficazes e o seu custo relativo tem vindo a baixar. Também têm sido desenvolvidas aplicações informáticas que melhor permitem tratar a informação recebida pelos equipamentos de monitorização, facilitando a interpretação dos dados recebidos e possibilitando de forma automática fazer uma análise de tendência do comportamento dos equipamentos. Deve-se fazer uma referência à tele – monitorização de equipamentos, que facilita a instalação dos meios de medida, evitando ter de aceder a zonas de difícil acesso ou potencialmente perigosas para realizar as medidas e evita a proliferação de cablagens, sempre passíveis de sofrer danos durante o funcionamento normal da instalação.

Todas estas estratégias visam a optimização dos recursos existentes, sejam eles físicos ou humanos, o que melhora normalmente a disponibilidade dos equipamentos e tal tem um impacto directo no desempenho do negócio das empresas. É referido que, por exemplo, no sector mineiro, o aumento de 1% na disponibilidade dos equipamentos leva a um aumento de 3% dos lucros das empresas [4].

Esse aumento de disponibilidade pode ficar a dever-se a dois factores: aumento da fiabilidade dos equipamentos ou melhoria da manutenibilidade dos mesmos. Como quer um ou outro dos factores é muito influenciado pela qualidade do projecto, é assinalado em todas as estratégias que a função manutenção deve intervir quando da compra de novos equipamentos e, se possível, intervir mesmo na fase de projecto desses equipamentos. Tal será

facilitado se existir por parte dos fabricantes e dos utilizadores o cuidado de trocar informações relativas ao desempenho dos equipamentos, assinalando os seus pontos fracos para ser possível introduzir melhorias em novos projectos.

Torna-se evidente que estas estratégias só serão efectivas se a gestão de topo das empresas estiver envolvida nos objectivos a alcançar e promover a realização das tarefas de manutenção de uma forma efectiva e persistente. Normalmente, os resultados da aplicação de uma estratégia nova de manutenção numa empresa, tal como o RCM e o TPM, só são visíveis passados dois ou três anos, após o início da sua implementação. Torna-se, então, essencial que todos tenham consciência disso, nomeadamente a gestão de topo, para que os resultados possam de facto aparecer e as estratégias adoptadas se tornem rentáveis, face aos investimentos efectuados (aquisição de tecnologias de informação, meios de monitorização, formação dos recursos humanos, aquisição de ferramentas específicas,...).

4. A Sub-Contratação na Manutenção

A sub-contratação é, actualmente, uma necessidade para a maioria das empresas, já que é praticamente impossível deter no seu interior todas as competências necessárias para o correcto exercício da função manutenção.

Existem diferentes formas de sub-contratação:

1. A sub-contratação parcial, em que são sub-contratados trabalhos bem definidos, porque não existem internamente meios para o fazer e/ou porque são trabalhos especializados (ex: revisões de um turbo-alternador).
2. A sub-contratação total, em que se decidiu a sub-contratação completa da manutenção de determinados equipamentos (ex: manutenção do parque informático ou a limpeza do pavimento). Mais excepcionalmente pode-se externalizar toda a manutenção de uma instalação.
3. A sub-contratação pontual, limitada no tempo e relativa a uma tarefa específica (ex: a reparação de um determinado equipamento, num determinado momento).
4. A sub-contratação contínua, definida através de um contrato de manutenção e que pode ser reconduzida no termo desse contrato. Pode revestir-se de uma externalização de um determinado tipo de intervenções (ex: controlo de condição de determinados equipamentos) ou ser mesmo construída a partir de um contrato de parceria entre o prestador de serviços e o contratante, em que são definidos objectivos económicos a atingir para um determinado parque de equipamentos ou instalação.

Os objectivos do recurso à sub-contratação podem ser de natureza diversa: de natureza económica, de flexibilidade, de garantia ou objectivos estratégicos e sociais.

Neste último caso, pode-se pretender uma redução de efectivos permanentes, procurar não ter no interior da empresa profissionais demasiado especializados em áreas fora da área tecnológica da empresa e que tenderão a perder competências ao longo do tempo, a entrega ao exterior de trabalhos considerados “degradantes e/ou insalubres” ou a tentativa de limitação de reivindicações sociais.

No que respeita aos objectivos de natureza económica poderemos salientar:

- A redução dos custos das intervenções de manutenção. Pode ser devida a uma melhor produtividade dos agentes que intervêm na acção de manutenção, porque as equipas do sub-contratante são formadas apenas por especialistas na área da intervenção, porque os sub-contratados têm ferramentas específicas para realizar a intervenção, porque os sub-contratados possuem modos operatórios específicos para a intervenção e/ou porque os sub-contratados conseguem um melhor resultado qualidade/custo. Essa diminuição do custo de intervenção pode-se dever, também, a uma diminuição do custo de amortização de ferramentas específicas, geralmente de custo elevado e que o sub-contratado poderá amortizar utilizando-as em diferentes instalações. Outro factor a ter em conta é a possível existência de uma auto-censura psicológica no pedido das intervenções, já que em muitas empresas existe a falsa sensação que o trabalho interno é gratuito, enquanto que o prestador de serviços quantifica de imediato os seus serviços. Por outro lado, não existe a facilidade de oralmente pedir serviços, face a uma menor proximidade física dos sub-contratados.
- A redução dos custos de avaria devido a intervenções de manutenção, já que se espera, com uma selecção criteriosa dos prestadores de serviços, uma qualidade das intervenções elevada, com a escolha de sub-contratados competentes e profissionais no seu sector de intervenção, com planos de certificação de qualidade (ex: certificação ISO 9000). Pretende-se que os prestadores de serviços tenham, também, modos operatórios específicos comprovados, que permitam diminuir os tempos de paragem por avaria e que façam relatórios das intervenções com qualidade, o que normalmente é mais fácil de obter de prestadores de serviços externos do que dos internos.

- Os custos de armazenagem de peças sobresselentes, transferindo para o prestador de serviços esse encargo. Aqui há que ter cuidado, já que muitas vezes quando os contratos são feitos essas peças de reserva já existem, logo é necessário contratualizar com o prestador de serviços a sua utilização.

Os objectivos relacionados com a flexibilidade na prestação de serviços de manutenção têm a ver com o facto das instalações estarem cada vez mais sujeitas a variações importantes de produção, ligadas à natureza de mercados cada vez mais voláteis. Isso implica uma variação na utilização dos equipamentos ao longo do tempo, tendo como consequências uma variação nas necessidades de manutenção preventiva sistemática uma vez que as intervenções estão geralmente ligadas ao número de ciclos de trabalho, assim como de manutenção preventiva condicionada e curativa. Logo torna-se necessário flexibilizar os meios de intervenção de manutenção, o que se pode conseguir mais facilmente com recurso a meios externos que internos. Note-se que tal obriga à existência no mercado de prestadores de serviços de qualidade com a flexibilidade necessária para corresponder às necessidades das empresas no momento oportuno.

Também, as vantagens relativas às garantias dos serviços prestados são mais fáceis de contratualizar com prestadores externos do que com os internos, já que estes estão ligados à empresa por contratos de trabalho segundo as condições contratuais vigentes e que deixam pouca margem de manobra para a penalização de trabalhos considerados de menos qualidade.

O facto de se sub-contratar uma determinada acção de manutenção não quer dizer que tal não obrigue a uma acção continuada dos serviços de manutenção internos. Em primeiro lugar existe a necessidade de contratualização dos prestadores de serviços, seleccionando-os criteriosamente a partir da elaboração de um caderno de encargos rigoroso e com a realização de contratos que respeitem a legislação quanto às condições de trabalho no que respeita às leis laborais, de higiene e segurança, ambientais, assim como à forma de pagamento dos prestadores de serviços.

Existem também cuidados a ter na gestão dos recursos humanos internos, já que uma sub-contratação de serviços significa uma redução de serviços internos, o que poderá levar a despedimentos, reconversão do pessoal ou a passagem desse pessoal a título provisório ou definitivo para o prestador de serviço.

Por outro lado torna-se necessário enquadrar os serviços do prestador de serviços na organização interna da empresa, criando pontes com os sectores da produção por um lado, controlando os trabalhos efectuados por outro. Não se pode estar à espera do fim dos trabalhos para declarar que os serviços de

um prestador de serviços não servem, já que os prejuízos nessa altura podem ser demasiado elevados. Este trabalho de enquadramento dos prestadores de serviços é dos mais difíceis de fazer e devem ser seleccionados para a sua realização meios humanos com boa formação técnica e boa capacidade de diálogo, assim como com um conhecimento suficiente das cláusulas contratuais. Torna-se também essencial que a informação relativa às intervenções (sua natureza, meios envolvidos,...) transite de forma ordenada para o contratador dos serviços, através do pessoal de enquadramento, que irá analisando e armazenando convenientemente a informação recebida para utilização futura.

Por último há que ter cuidado com a confidencialidade da informação a que os prestadores de serviços podem ter acesso e à sua posterior divulgação. Esta pode ser uma restrição importante na contratação de serviços externos, nomeadamente de manutenção.

Naturalmente para que o processo de sub-contratação decorra bem é necessário que contratantes e sub-contratados obtenham resultados positivos com as acções desenvolvidas. Caso contrário, se apenas uma das partes lucra com o negócio, os resultados tendem a degradar-se com o tempo, como será normal esperar e a sub-contratação terá sido então prejudicial para a empresa.

Salienta-se por fim que quer a elaboração dos cadernos de encargos para selecção dos prestadores de serviços, quer os contratos de prestação de serviços devem ser cuidadosamente elaborados nas suas vertentes tecnológica e juridico-administrativa para garantir a diminuição de riscos que sempre existem em contratos desta natureza. Quanto maior for a dimensão dos contratos para as empresas envolvidas, maiores cuidados há a ter das duas partes.

5. O Contrôlo da Manutenção

Tal como em qualquer outra actividade produtiva, o controlo da manutenção é essencial. Para o fazer, são utilizados indicadores que permitem verificar a evolução de um serviço de manutenção ao longo do tempo.

Note-se que estes indicadores devem ser, sempre que possível, seleccionados na fase de implementação dos equipamentos e desde logo devem ser atribuídos valores tidos como objectivos a atingir. Esses valores podem ser obtidos por “benchmarking” ou por experiência anterior dos intervenientes. Só assim esses indicadores são pro-activos, enquanto que na maioria das situações são meramente reactivos e a sua utilização pode tender a perder eficácia.

Como se pode ver na Figura 1, existem essencialmente três tipos de indicadores: de actividade, de eficácia e financeiros [5].

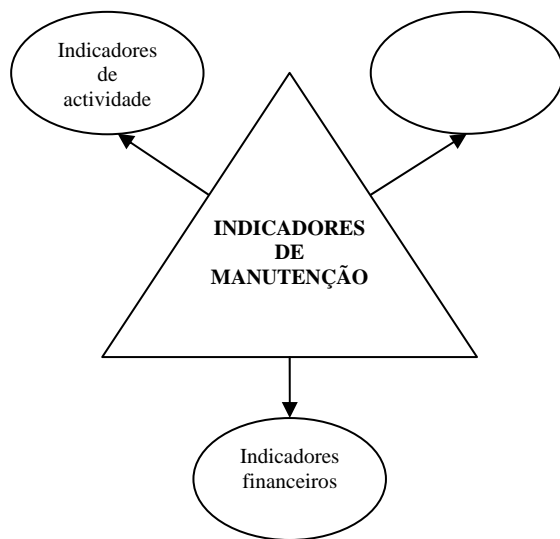


Figura 1: Famílias de indicadores de manutenção

Como indicadores de actividade, poderemos citar:

- N° de avarias num determinado período de tempo
- Indicador de manutenção preventiva:

$$I_{mp} = \frac{\sum \text{horas de manutenção preventiva}}{\sum \text{horas de manutenção}}$$

- Indicador de manutenção correctiva:

$$I_{mc} = \frac{\sum \text{horas de manutenção correctiva}}{\sum \text{horas de manutenção}}$$

Como indicadores de eficácia poderemos ter:

- Indicador de reactividade

$$I_{reac} = \frac{\text{tempos de intervenção}}{\text{tempos de paragem da máquina}}$$

- Indicador de fiabilidade

$$MTBF_{reac} = \frac{\sum \text{tempos de bom funcionamento}}{\text{número de avarias}} = \frac{T}{K}$$

em que:

MTBF = Tempo médio entre avarias consecutivas (*Mean Time Between Failures*)

T = Período de intervenção

K = Constante, segundo o equipamento

- Indicador de manutenibilidade

$$MTTR_{reac} = \frac{\sum \text{tempos técnicos de reparação}}{\text{número de avarias}}$$

em que:

MTTR = Média dos tempos técnicos de reparação, também designado por tempo médio de manutenção correctiva (*Mean Time To Repair*).

- Indicador de disponibilidade

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Como indicadores financeiros, podem-se dar como exemplos:

- Indicador de custos de manutenção por equipamento

$$I_{cm} = \frac{\sum \text{custos de manutenção num equipamento}}{\text{volume de negócios}}$$

- Indicador de subcontratação

$$I_{sc} = \frac{\text{Custos de subcontratação}}{\text{custos totais de manutenção}}$$

- Indicador de incidência da manutenção

$$IT_{cm} = \frac{\sum \text{custos de manutenção}}{\text{volume de negócios}}$$

Tem de haver um cuidado muito particular na aplicação destes indicadores, já que as implicações das acções tomadas no âmbito da função manutenção não têm um efeito imediato, mas repercutem-se no tempo. Isto significa que estes indicadores só serão úteis se sustentáveis no tempo e se forem baseados em informação fiável. O problema em manutenção é que, geralmente, existe pouca informação e a que existe normalmente está muito concentrada em objectivos de curto prazo. Tal pode levar a interpretações erradas, porque, ou demasiado optimistas, ou demasiado pessimistas, deixando o gestor de ter as ferramentas correctas para uma gestão útil dos activos que estão sob a sua responsabilidade.

Para além da utilização directa destes indicadores, podem ser efectuadas auditorias de manutenção.

Como em qualquer função produtiva, torna-se por vezes necessário questionar se essa função está a ser bem desempenhada ou se poderia ser melhor desempenhada. Para tal realizam-se auditorias, que é uma actividade que fundamentalmente coloca questões, mais do que verifica o andamento dos indicadores de manutenção. Poderá eventualmente rever uma ou mais das áreas de intervenção da manutenção, questionando por exemplo o estado de condição dos equipamentos produtivos, a sua eficácia e eficiência, as operações de manutenção, os procedimentos existentes e os resultados obtidos com a organização existente, verificar se os sistemas de qualidade como o ISO estão a ser devidamente utilizados ou se a informação relativa à manutenção está a ser devidamente recolhida e tratada e posteriormente utilizada em acções de melhoria.

A justificação para a realização das auditorias de uma organização de manutenção é a de verificar se existem problemas nessa organização. A partir da

identificação desses problemas eles poderão então ser tratados e resolvidos.

Na linguagem corrente, existe um certo número de procedimentos de avaliação possíveis: as auditorias, o diagnóstico, o “benchmarking”, o “ABC – Advanced Bench Costing”, o “ABM – Advanced Bench Manufacturing”, entre outras possibilidades de avaliação absoluta ou relativa.

A particularidade das auditorias é de se basearem num referencial a partir do qual os auditores vão fazer a avaliação da diferença existente entre o referencial e aquilo que encontram no terreno. O problema que existe na manutenção é que, ao contrário da qualidade em que as normas ISO 9000 são referência, não existe nenhum referencial normativo que sirva de ponto base de análise comparativa, nem organismos certificadores acreditados. Trata-se, por isso, de fazer em vez de uma auditoria com um referencial normativo, de fazer um diagnóstico das situações organizativas de manutenção, criando os referenciais ao longo dos sucessivos diagnósticos realizados e comparando-os, se tal for possível, com outros referenciais do sector de actividade em que a empresa se insere.

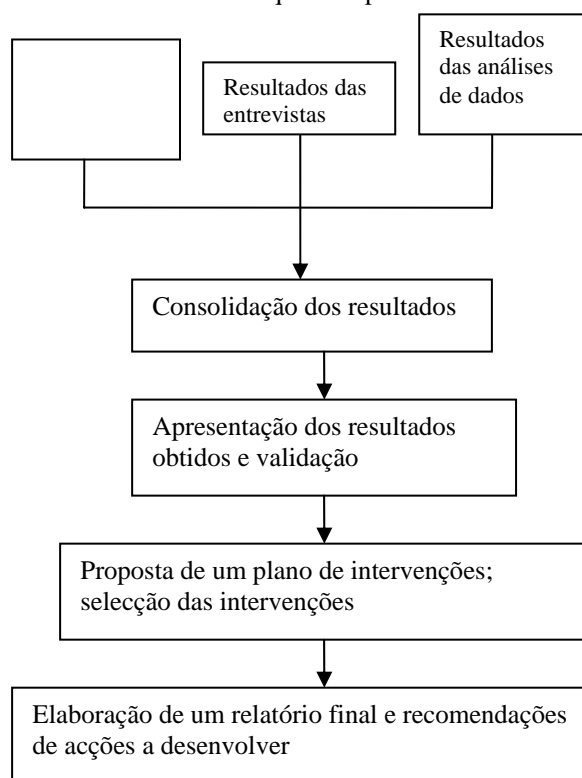


Figura 2: Princípio do método de realização de auditorias

Embora se trate sobretudo de uma avaliação, apesar disso numa auditoria acaba-se de algum modo por fazer também o diagnóstico da situação existente, por isso se utiliza o termo diagnóstico.

O diagnóstico de eficácia e de eficiência da função manutenção comporta um conjunto de questões que servem para avaliar o nível de realização das tarefas de manutenção, quer elas sejam realizadas pelos

serviços internos de manutenção, quer sejam realizadas por outras entidades (produção, métodos, prestadores externos,...)

O primeiro ponto a analisar é a avaliação. Neste passo pretende-se avaliar a empresa sobre o grau de satisfação da realização das funções que foram cometidas à manutenção quando da organização global da manutenção da empresa. A avaliação pode fazer-se sobre os temas seguintes:

1. Definição das missões e atribuição das responsabilidades
2. Métodos de trabalho
3. Preparação e planeamento da realização das intervenções
4. Realização das intervenções de manutenção
5. Gestão e conservação das peças de reserva
6. Controlo dos custos globais
7. Interfaces da manutenção com os outros serviços
8. Gestão dos recursos humanos e sua motivação
9. Estratégia de utilização da sub-contratação de serviços ao exterior
10. Sistema de informação e qualidade desse sistema

O passo seguinte será a cotação das respostas obtidas. Terá que ser indicado o nível de realização de cada questão, o que poderá ser feito de modo analógico, com a ajuda da grelha seguinte:

Cotação em %	Critérios
0	A função ou a acção não foram concretizados ou o meio não existe
25	A função ou a acção foram parcialmente concretizadas ou estão em fase de instalação. O meio está em fase de aquisição ou em fase de instalação
50	A função ou a acção ou o meio estão operacionais, mas ainda não dão os resultados esperados
75	A função, ou acção ou o meio estão operacionais, dão aparentemente os resultados esperados mas ainda não foram avaliados (indicadores de actividade)
100	A função, ou acção ou o meio estão operacionais, dão os resultados esperados e são avaliados por indicadores de actividade

O passo que se segue, com o intuito de validar as opiniões emitidas sobre a avaliação das diferentes áreas em análise e uma vez a cotação efectuada, a

empresa em estudo deverá fornecer os elementos justificativos (relatórios, definição de funções, actas de reuniões, indicadores, sua definição e evolução,...) e todas as informações que justifiquem e demonstrem as opiniões emitidas.

No entanto esta avaliação não é normalmente suficiente, já que não reflecte a qualidade do serviço prestado aos clientes (produção, qualidade) e a intervenção da manutenção na concepção de equipamentos novos, assim como a sua intervenção na selecção e formação de recursos humanos, segundo as necessidades da manutenção. Torna-se então necessário completar a avaliação prática do pessoal, com a realização de questionários e entrevistas aos diferentes parceiros envolvidos.

Há que ter cuidado na realização destes questionários e entrevistas, já que podem ser muitas vezes obtidas respostas enviesadas, conforme o interesse e posição do interlocutor no serviço de manutenção ou relativamente ao serviço de manutenção.

Por outro lado devem ser efectuadas inspecções às instalações, para verificar as condições de trabalho, verificar o estado em que se encontram os equipamentos e condições de acesso aos mesmos, qual a resposta da manutenção e a qualidade pressentida dos serviços prestados por esta, os níveis de tecnologia utilizados e a capacidade diálogo e de mudança dos diferentes interlocutores envolvidos.

A partir da análise dos resultados obtidos nos diferentes pontos em estudo, deverão ser tomadas medidas que façam evoluir a prestação dos serviços de manutenção. Se estas medidas não forem postas em prática, então não terá valido a pena fazer a auditoria, sendo o trabalho efectuado desacreditado. Por outro lado, terão de se controlar e avaliar os resultados das medidas propostas, sendo de aconselhar a realização de uma nova auditoria no médio prazo, para re-avaliação e comparação dos resultados obtidos.

As auditorias deverão, por princípio, ser realizadas por entidades idóneas externas, que tenham conhecimentos profundos das metodologias de realização de auditorias e de manutenção. Deverão ser entidades que garantam a confidencialidade dos resultados obtidos, que só deverão ser divulgados pela entidade auditada, como e quando esta o entender.

6. A Gestão de Situações de Emergência

Todos os gestores de activos sabem que estes podem falhar e que um dos papéis mais importantes que têm de desempenhar é a gestão das falhas com um custo global mínimo. Evitar as falhas em absoluto significaria evitar todo e qualquer risco, já que este é definido, como veremos no próximo parágrafo, pelo produto da probabilidade de

ocorrência pela severidade das consequências da ocorrência.

Um bom gestor da manutenção sabe que a sua capacidade de resposta, baseada no planeamento, previsão e mobilização de meios para intervenção em situações inesperadas é essencial para o sucesso do serviço de manutenção e da empresa.

Como as situações de emergência não são fáceis de prever, os planos de contingência são muitas vezes esquecidos ou pouco elaborados, encontrando-se muitas vezes desactualizados.

Para responder a este tipo de situações, que podem ter consequências graves para as empresas, torna-se necessário criar um sistema que possa ser ágil e efectivo na resposta às situações inesperadas e não tenha custos exagerados.

Podemos citar cinco pontos, que aparecem como essenciais e devem ser parte integrante de qualquer organização de manutenção:

1. Gestão da documentação: tal significa que a documentação deve ser completa, actualizada, de fácil leitura e acesso em situações de emergência e que deve estar num local que, com grande grau de probabilidade, não será afectado pela situação de emergência
2. Fornecedores de sobresselentes: uma resposta efectiva a uma situação inesperada pressupõe que os fornecedores conseguem responder em tempo útil à solicitação de emergência e não são elos frágeis do sistema
3. Fornecedores de serviços: como praticamente todas as empresas sub-contratam serviços de manutenção, tal implica que a empresa contratante possua uma rede de prestadores de serviços capazes de responder a situações de emergência, deslocando os meios necessários quando solicitados
4. Capacidade de avaliar alarmes: a identificação das situações inesperadas e a avaliação da sua gravidade é essencial para desencadear os meios necessários para responder a essas situações. Tal obriga à existência de sistemas de alarme que consigam transmitir a informação necessária e suficiente em tempo útil e que esta informação seja recebida e processada por quadros com capacidade de análise e decisão
5. Gestão dos meios de intervenção: a cada situação de emergência deverá ser dada uma resposta adequada em meios humanos, avaliando os riscos a que vão estar sujeitos numa intervenção menos preparada, tendo em atenção os recursos

humanos e materiais que deverão ser envolvidos na acção a desencadear.

A capacidade de resposta a situações inesperadas é fundamental para a sobrevivência das empresas. Como foi dito, nem tudo pode ser previsto, logo existe e existirá sempre risco envolvido nas actividades humanas. A capacidade de manter as consequências das situações imprevistas a um nível mínimo demonstra a capacidade de intervenção de um serviço de manutenção.

Acresce ainda, que face a situações de emergência, um serviço de manutenção não deve descurar a sua actividade normal, deixando-a descontrolar-se ao centrar toda a sua atenção numa actividade não regular. Tal pode levar à existência de outras situações imprevistas.

7. A Função Manutenção e a Gestão do Risco

A definição técnica de risco é a expressão da conjugação da probabilidade de um evento acontecer com uma falha acidental (*hazard*) particular, tendo em vista as suas consequências, para a saúde ou conforto dos seres humanos, para o ambiente ou consequências de natureza económica ou financeira:

$\text{Risco} = \text{Probabilidade} \times \text{Consequência}$

A primeira definição conhecida de risco aparece na obra “Logic, or the Art of Thinking” publicada pelo *Port Royal Monastery*, em Inglaterra no ano de 1662, citada por [6]. Assim, risco é definido como sendo: “O medo do dano (*harm*) deverá ser proporcional não só à gravidade do dano mas também à probabilidade de ele acontecer”.

A noção de risco e a sua percepção pelo público tem evoluído com o tempo. No entanto, a avaliação matemática do risco é relativamente recente. Só em meados do séc. XX é que se desenvolveram as ferramentas matemáticas necessárias para um tratamento científico mais rigoroso deste problema.

Por outro lado, tem sido publicada legislação, como por exemplo a lei “Sarbanes-Oxley” nos USA, que acentua a responsabilidade dos gestores perante a existência de riscos elevados nas empresas.

Quando os riscos são identificados e avaliados pode-se então considerar se são aceitáveis ou não. É obvio que esta tomada de decisão deve ser feita dentro de objectivos-alvo realistas.

Na avaliação de riscos existem, genericamente, três tipos de risco a considerar:

- Riscos ocupacionais – riscos que provêm da nossa actividade diária, profissionais ou não
- Riscos da comunidade – riscos para as populações que vivem próximo de uma

fonte potencial de risco (fábrica, aeroporto,...) e para o ambiente

- Riscos económicos – as penalidades económicas e financeiras devido à perda de bens de capital, produção e compensação.

O risco e a tomada de decisões relativas ao risco são elementos que cada um de nós tem de enfrentar na sua vida normal. Na verdade, pode-se dizer que a gestão de risco é uma condição necessária para a vida. A maioria, senão praticamente todas as actividades humanas acarretam riscos, que são implicitamente ou explicitamente compreendidos e aceites por nós. Andar de transporte público, tomar um medicamento, por exemplo, são actos da nossa vida comum, que naturalmente acarretam riscos e depende das nossas decisões aceitá-los ou não.

Para além destes riscos normais da nossa vida diária, também somos chamados a considerar outros tipos de riscos sobre questões de natureza social, como sejam a de aceitar na nossa vizinhança determinada unidade industrial potencialmente poluidora ou um aeroporto. Enquanto os riscos descritos no parágrafo anterior são aceites por cada indivíduo, já estes últimos, pela sua menor frequência e maior dimensão do impacto potencial, merecem a nossa particular atenção e concentração, existindo normalmente discussão pública sobre eles.

Aparecem neste último caso as instalações de geração de energia, sobretudo as de grande porte, como sejam as barragens e as centrais termoelectricas, já para não falar nas centrais nucleares.

A cada vez maior complexidade dos sistemas e produtos de base tecnológica torna-os mais difíceis de compreender e controlar. São, por isso, mais vulneráveis a falhas internas e disfunções, assim como a ataques externos. Acidentes recentes de grandes dimensões, como uma explosão numa fábrica de fertilizantes em Toulouse/França (2001 – 30 mortos) ou o incêndio num funicular dentro de um túnel em Kaprun/Áustria (2000 – 155 mortos), apesar de não serem felizmente muito comuns, demonstram que quando existem falhas nestes sistemas complexos as consequências podem ser muito graves.

A tolerância ao risco é extremamente variável. Quanto mais “evoluída” é uma sociedade, menos tolerante é com os riscos na comunidade. Isto é, menos disposta está para aceitar que riscos potenciais em que a sua decisão, no momento em que as falhas se dão, não pode ser considerada. Por exemplo, se houver um acidente de grandes dimensões numa unidade industrial na minha vizinhança serei obrigado a sofrer as consequências. Mas se for um acidente de automóvel em que esteja envolvido, presume-se que ele é evitável pela minha perícia de condutor (e

que eu conduzo melhor que os outros!). No primeiro caso existe a percepção que estamos perante uma situação fora do nosso controlo, enquanto no segundo parece-nos que poderemos, com a nossa intervenção, alterar o curso dos acontecimentos.

Assim, sendo a sociedade menos tolerante com os riscos potenciais de grandes instalações e sendo verdade que os riscos potenciais de natureza científica e tecnológica são cada vez mais elevados, torna-se fundamental avaliar da forma mais precisa possível os riscos potenciais envolvidos na compra, implantação, operação e desactivação de equipamentos industriais, sobretudo daqueles de maior porte e impacto público.

A gestão dos riscos passa, então, por uma avaliação quantitativa (risco real) e qualitativa (risco perceptível) desses mesmos riscos. A sua importância é essencial já que da avaliação dos riscos reais dependem parâmetros económicos cada vez mais relevantes, como sejam os prémios dos seguros das instalações em causa.

A avaliação quantitativa dos riscos envolve, normalmente, quatro fases:

- A identificação das falhas potenciais de segurança
- A avaliação estimada das consequências de cada falha
- A avaliação estimada da probabilidade de ocorrência de cada falha
- A comparação dos resultados obtidos com os critérios de aceitação

A avaliação quantitativa dos riscos está intimamente ligada à fiabilidade dos equipamentos ou sistemas. A análise fiabilística permite conhecer a probabilidade de ocorrência de uma determinada falha, logo permite conhecer um dos parâmetros essenciais na avaliação quantitativa desses riscos.

A partir da avaliação quantitativa dos riscos torna-se possível fazer um *ranking* desses riscos para mostrar aqueles que afectam mais a segurança. Aqueles que ultrapassam os valores admitidos pelos critérios estabelecidos necessitam de ser alterados, reduzindo as consequências das falhas ou aumentando a fiabilidade do sistema ou equipamento ou, ainda, dos seus sistemas de protecção. A escolha deverá ter em conta os aspectos económicos e financeiros envolvidos, assim como os aspectos tecnológicos.

A análise de riscos deve ser feita ao longo de todo o ciclo de vida de um equipamento ou sistema, começando naturalmente na fase de projecto e aquisição dos equipamentos. É nesta fase que os riscos potenciais vão ser estabelecidos, sendo nesta altura possível alterar a magnitude desses riscos.

Tal torna-se muito mais difícil durante a fase de implementação e sobretudo durante a fase de

operação, onde se espera que os níveis de risco sejam mantidos através de uma operação e uma manutenção correctas.

Só a utilização de estratégias de manutenção bem definidas e apoiadas numa logística correcta, é capaz de manter os níveis de risco dentro dos parâmetros considerados como aceitáveis ao longo do ciclo de operação dos equipamentos.

Como se pode ver, a actividade da manutenção é essencial para a diminuição das situações de risco potencial das empresas. Em primeiro lugar mantendo as instalações e os equipamentos em condições funcionais em que a probabilidade de ocorrência de situações perigosas seja baixa. Em segundo lugar, quando essas situações existem, minimizando as consequências das situações imprevistas.

De realçar que as companhias de seguros, actualmente, já têm em conta a qualidade da manutenção realizada pelas empresas, quando assumem determinados riscos, fazendo depender os valores dos prémios relativos aos seguros realizados também desse factor.

8. Conclusões

A função manutenção é essencial para a competitividade das empresas. A sua influência no LCC dos equipamentos modernos e tecnologicamente mais complexos é decisivo para que esse valor seja positivo ou negativo.

A escolha das estratégias mais modernas de manutenção, baseadas em tecnologias de informação de suporte às decisões, é da maior importância para que a disponibilidade e a segurança dos equipamentos seja mantida ao longo da sua vida operacional, controlando os riscos potenciais devido a desfuncionamentos desses equipamentos.

Referências

- [1] L. Ferreira.(2000), Engenharia de Manutenção, *Actas 2º Encontro Nacional do Colégio de Engª Mecânica da O.E.*, pp. 3.1-3.15, Coimbra, 2002.
- [2] B. Graça, J. Seabra, L.A. Ferreira.. Análise de Lubrificantes em Serviço e sua Aplicação à Manutenção Condicionada. *Actas do Seminário "Projecto, Construção e Manutenção de Navios"*, pp. 17.1 - 17.9 Escola Naval, Alfeite, 1998.
- [3] Site: <http://www.barringer1.com/lcc.htm>
- [4] D. Murphy, A. Atrens, J. Eccleston. Strategic Maintenance Management. *J. Quality in Maint. Eng.*, vol.8, nº. 4 (2002), 287-305.
- [5] Wireman, T. Managing Maintenance. *Industrial Press, Inc.*, New York, 1998
- [6] Andrews, J., Moss, T. Reliability and Risk Assessment, 2nd ed. *Professional Engineering Publishing Ltd*, Londres, 2002